

Aus der Augenklinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin im Klinikum Steglitz
Direktor: Prof. Dr. med. H. Hager

Untersuchungen zur Frage der Beeinflussung der Farbempfindung durch hormonale Kontrazeptiva

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Carola Stenzel
aus Berlin

1976

Aus der Augenklinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin im Klinikum Steglitz
Direktor: Prof. Dr. med. H. Hager

Untersuchungen zur Frage der Beeinflussung der Farbempfindung durch hormonale Kontrazeptiva

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Carola Stenzel
aus Berlin

Referent: Prof. Dr. med. H. Tiburtius

Korreferent: Prof. Dr. med. J. Wollensak

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 28. 1. 1976



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	1
Die hormonalen Kontrazeptiva	
Entwicklung, Zusammensetzung, Wirkung, Nebenwirkungen	
II. PHYSIOLOGIE DES FARBENSEHENS	7
1. Additive Farbmischung	7
2. Subtraktive Farbmischung	10
3. Theorie des trichromatischen Sehens	10
4. Gegenfarbentheorie	12
III. STÖRUNGEN DES FARBSINNES	14
1. Normale und anomale Trichromaten	14
2. Dichromaten	14
3. Monochromaten	15
IV. ÖSTROGENE, GESTAGENE UND DAS FARBENSEHEN	16
V. BEDEUTUNG FÜR DEN BERUF	18
VI. VERKEHRSMEDIZINISCHE ASPEKTE	20
VII. BESCHREIBUNG DER HIER ANGEWANDTEN UNTERSUCHUNGSTECHNIK ZUR BESTIMMUNG DER FARBSINNSTÖRUNG	21
Das Anomaloskop nach NAGEL	23
VIII. ERGEBNISSE UND DISKUSSION	29
IX. ZUSAMMENFASSUNG	39
X. LITERATURVERZEICHNIS	41



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. EINLEITUNG

Im Jahre 1968 sollen nach Schätzung der Internationalen Gesellschaft für Familienplanung 17 - 19 Millionen Frauen auf der Welt hormonale Kontrazeptiva genommen haben.

Nach Untersuchungen pharmazeutischer Firmen in demselben Jahr waren es in Schweden 19 %, in den USA 16,5 %, in der Bundesrepublik Deutschland 12 %, in der Schweiz 8,2 % und in England 7,5 % aller Frauen zwischen 15 und 45 Jahren, die diese Form der Konzeptionsverhütung anwandten. Infolge des päpstlichen Verbotes konnten sich die Kontrazeptiva in den überwiegend katholischen Ländern nicht durchsetzen. So ergab eine Umfrage in Frankreich, daß nur 3,6 % aller Frauen Kontrazeptiva anwenden, in Italien sogar nur 0,6 %. Gerade dort ist aber eine erhebliche Dunkelziffer eben wegen dieses päpstlichen Ediktes anzunehmen.

Über die Verbreitung der "Pille" liegen neuere Zahlen nur aus der Bundesrepublik Deutschland vor. Im Mai 1970 wurde festgestellt, daß der Anteil hormonaler Kontrazeptiva an der Empfängnisverhütung trotz aller Hinweise auf mögliche Nebenwirkungen weiter gestiegen war und bereits 16 % der befragten Frauen, also 4 % mehr als im Jahre 1968, dieser Methode den Vorzug gaben. Alleine in der Bundesrepublik Deutschland benutzten damals 2,4 Millionen Frauen hormonale Kontrazeptiva.

Die ersten Beobachtungen über eine temporäre Ovulationshemmung erfolgten von HABERLANDT vom Physiologischen Institut in Innsbruck, der seine Versuche an Meerschweinchen und Kaninchen durchführte (PSCHYREMBEL). Durch subkutane Transplantation von Ovarien trächtiger Tiere rief er eine vorübergehende hormonale Sterilisierung des weiblichen Organismus hervor. Diesen Effekt bezog er auf den hohen Gehalt an Corpus-luteum-Hormon im Ovar.

Aus den Jahren 1930 - 45 werden eine Reihe experimenteller und klinischer Untersuchungen über die Hemmung der gonadotropen Funktion des HVL von CLAUBERG, von v. MASSENBACH, BICKENBACH

und PAULIKOVICZ veröffentlicht. Die letztgenannten Autoren berichten, daß sie durch tägliche parenterale Verabreichung von 20 mg Progesteron vom Beginn des Zyklus an einen Ruhigstellungseffekt durch eine Hemmung der Gonadotropinausschüttung und damit die Unterdrückung der Ovulation erreichten.

1955 machten der Physiologe PINCUS und der Gynäkologe ROCK, beide von der Worcester Foundation der Harvard-Universität in Boston, USA, die Feststellung, daß die Unterdrückung der Ovulation durch orale Progesterongaben von täglich mindestens 300 mg vom 5. bis 20. Zyklustag erreicht werden kann. Ferner gelang es ihnen, durch eine geeignete Kombination von Östrogenen und Gestagenen nicht nur mit hoher Sicherheit den Eisprung zu unterdrücken, sondern auch 2 bis 3 Tage nach dem jeweiligen Absetzen der Tablette eine menstruationsähnliche Blutung zu erzielen. Damit war die Voraussetzung oral zu verabreichender hormonaler Kontrazeption im großen Rahmen gegeben.

Die als Östrogene verwendeten Steroide sind das 17-Äthinylöstradiol oder der 17-Äthinylöstradiol-3-Methyläther (Mestranol). Die als Gestagene benutzten Steroide sind entweder 19-Nortestosteronderivate oder Abkömmlinge des 17-alpha-Hydroxyprogesteronacetats. Die Menge des Östrogenanteils wurde in den später modifizierten Kontrazeptiva nicht erheblich verändert, sie schwankt zwischen 0,05 und 0,1 mg pro Tablette (LAURITZEN), dagegen wurde die Gestagenkomponente allmählich wesentlich verringert, da man feststellte, daß auch mit deutlich geringerer als anfangs angenommener Menge ein sicherer Konzeptionsschutz bestände. Ferner sind die größte Anzahl der Nebenwirkungen den Gestagenen zuzuschreiben, so daß Kontrazeptiva mit der geringsten Gestagenkomponente am verträglichsten sind.

Folgende 5 Wirkungsmechanismen der "Pille" werden diskutiert (PSCHYREMBEL):

1. Ovulationshemmung durch Einwirkung auf das Zwischenhirn-Hypophysenvorderlappensystem und damit Nachahmung der physio-

logischen Unterdrückung der Eireifung bei der Schwangerschaft durch Herabsetzung der hierfür notwendigen Gonadotropinausschüttung. Die zentralen Impulse auf das Ovar werden so vermindert, daß weitere Follikel nicht mehr heranreifen.

2. Beeinflussung des Zervixschleimes, wodurch den Spermien der Eintritt in den Halskanal erschwert oder versperrt wird. Die Gestagene sind für die Spermiensperre an der Zervix verantwortlich.
3. Veränderungen des Endometriums, wodurch die Einnistung eines befruchteten Eies, falls es überhaupt zur Befruchtung kommen sollte, erschwert oder verhindert wird.
4. Ovulationshemmung durch direkte Einwirkung auf das Ovar. Die Östrogen-Gestagen-Kombination greift in die Enzymreaktionen des Ovars ein. Dadurch wird die Reaktionsbereitschaft des Ovars gegenüber Gonadotropinen herabgesetzt (HALLER).
5. Beschleunigung der Tubenmotilität. Die Einnahme oraler Östrogen-Gestagen-Präparate verhindert die physiologische Verminderung der motorischen Tubenaktivität in der 2. Zyklushälfte. Dadurch entsteht eine relative Hypermotilität, wodurch eine von der Tube aufgenommene Eizelle zu rasch in die Uterushöhle transportiert wird.

Die oralen Kontrazeptiva sind bei konsequenter Einnahme die verläßlichste Verhütungsmethode, die sich daher in wenigen Jahren um die ganze Welt verbreitete. Jedoch sind die Nebenwirkungen, wie sie ja bei einer Beeinflussung des hochdifferenzierten und hochempfindlichen Hormonhaushaltes zu erwarten sind, noch nicht genügend lange untersucht worden.

Die Nebenwirkungen oraler Kontrazeptiva sind jedoch im Vergleich zu anderen Medikamenten recht niedrig. Durch die Einnahme von Ovulationshemmern entsteht ein Zustand ähnlich wie in der frühen Schwangerschaft. Folglich kann es auch zu entsprechenden Beschwerden kommen: Übelkeit, Magenschmerzen, Schwindel, Kopfschmerzen, Gewichtszunahme, Unwohlsein, Reizbarkeit, Spannungsgefühl in der

Brust, Schlafstörungen, Völlegefühl, Depressionen und, seltener, Zwischenblutungen. Da bei den neueren Präparaten die Gestagenmenge stark reduziert ist, ist es gelungen, diese Beschwerden möglichst zu eliminieren oder stark zu verringern (HEINEN). Für gewöhnlich nehmen diese Nebenerscheinungen nach 2- bis 3monatiger Einnahme deutlich ab.

Es wurden jedoch vereinzelt Fälle bekannt, bei denen Kontrazeptiva durchaus ernst zu nehmende Nebenwirkungen, besonders am Gefäßsystem, hervorriefen. Nach eingehenden Untersuchungen von BREHM und LUDWIG ist es jedoch anzunehmen, daß kein Zusammenhang zwischen dem Gebrauch von Ovulationshemmern und der Häufigkeit thromboembolisch bedingter Todesfälle besteht. Lediglich eine Veränderung der Blutgerinnung, wie sie während der 2. Zyklushälfte eines ovulatorischen Zyklus oder in der Frühschwangerschaft beobachtet werden, kann durch die Einnahme oraler Kontrazeptiva hervorgerufen werden (PSCHYREMBEL).

Auch in der Ophthalmologie sind in letzter Zeit vereinzelt Stimmen laut geworden, die über entsprechende Nebenwirkungen am Auge berichten.

Bereits 1965 stellten WALSH und Mitarbeiter 61 Fälle von Augengefäßveränderungen im Sinne von arteriellen und venösen Netzhautgefäßverschlüssen und Vaskulitiden, sowie neuroophthalmologische Komplikationen wie Neuritis n. optici, Nystagmus, Abducensparese und Pseudotumor cerebri vor.

Auf vaskulärer Basis fand GOREN einen Fall von Netzhautödem, LIEBERMAN in Affenversuchen eine Dilatation der Netzhautvenen und KREIGER bei einer Patientin eine retrobulbäre Neuritis, die sämtlich durch Kontrazeptiva hervorgerufen sein sollen.

Andererseits diagnostizierten CONNELL und KELMAN keine Augenveränderungen, die nicht ebenso bei Patientinnen ohne diese Präparate aufgetreten wären, und FAUST und TYLER berichteten über eine Gruppe von 212 Patientinnen, die in Dauerbehandlung mit verschiedenen oralen Kontrazeptiva standen, und eingehend augenärztlich un-

tersucht wurden. Es ließen sich keine pathologischen Augenbefunde erkennen, die nicht auch bei einer unbehandelten Vergleichsgruppe auftraten.

Einige Fälle ophthalmologischer Komplikationen nach Einnahme von Kontrazeptiva wurden auch aus der deutschen Fachliteratur bekannt.

Als erste im deutschen Schrifttum berichteten HOLLWICH, JÜNE-MANN und VERBECK auf der 118. Versammlung des Vereins Rheinisch-Westfälischer Augenärzte über je einen Fall von Präthrombose und inkompletter Zentralvenenthrombose, sowie einer beiderseitigen Neuritis n. optici und eines beiderseitigen Papillenödems bei vollem Visus.

Die Präthrombose und das Papillenödem bildeten sich nach Absetzen der Ovulationshemmer und entsprechender Therapie vollständig zurück, die Neuritis weitgehend, dagegen zeigte die inkomplette Zentralvenenthrombose nur geringe Rückbildungstendenzen.

H. NEUBAUER veröffentlichte auf derselben Tagung die Krankheitsgeschichte zweier junger Frauen, die während der Behandlung mit Ovulationshemmern eine massive venöse Durchblutungsstörung am linken Auge bekamen, welche sich auf Marcumarbehandlung auffallend schnell besserte. In einem der beiden Fälle ließ sich eine vorbestehende Vasopathie nachträglich ermitteln.

Drei Fälle von Gefäßerkrankungen wurden von H.-L. THIEL gefunden. Es handelte sich dabei zweimal um eine venöse Thrombose, einmal um eine Retinopathia angiospastica mit einer Mikroembolie einer Netzhautarteriole und systolischen Blutdruckwerten zwischen 200 und 300, diastolischen zwischen 90 und 150 mm Hg. Der Blutdruck normalisierte sich nach dem Absetzen der Kontrazeptiva auf 160/80-90 mm Hg. Der Gefäßbefund bildete sich zurück. Die Blutdruckkrisen wiederholten sich nach erneuter Gabe des Ovulationshemmers.

Auf der oben erwähnten Tagung stellten HÖPPING und WESSING den Fall einer Frau vor, die nach Einnahme eines Kontrazeptivums eine beiderseitige Neuritis n. optici und einen Verschuß einer Netzhaut-

arteriole bekam.

Über den Einfluß oraler Kontrazeptiva auf den Augendruck ist schon mehrere Male berichtet worden. Als erster vermutete IMRE einen Zusammenhang zwischen Augendruck und Gonaden. Sowohl der Einfluß der Gravidität, als auch die Wirkung künstlich zugeführter Östrogene bzw. Gestagene auf den Augendruck wurde in experimenteller und klinisch-therapeutischer Hinsicht relativ oft bearbeitet. Dabei stellte es sich heraus, daß sowohl in der Zeit der Einnahme der Kontrazeptiva als auch erwartungsgemäß in der Schwangerschaft der Augendruck gegenüber der einnahmefreien Zeit bzw. dem Wochenbett gering erniedrigt sei (K. TIBURTIUS).

HOLLWICH weist darauf hin, daß die Zahl der Augenkomplikationen nach Einnahme oraler Kontrazeptiva zwar verschwindend gering sei, daß sie aber doch die erhöhte Aufmerksamkeit der Augenärzte beanspruchen sollte, und daß bei Erkrankungen des Sehnerven und der Augengefäße bei Frauen, die Kontrazeptiva nehmen, das sofortige Absetzen dieser Präparate angezeigt sei.

II. PHYSIOLOGIE DES FARBENSEHENS

Das normale menschliche Auge vermag etwa 150 verschiedene Farbtöne voneinander zu unterscheiden (LEYDHECKER, ENGELKING). Farbige Eindrücke entstehen in der Regel entweder durch Aussendung von monochromatischem Licht, d. h. Licht einer ganz charakteristischen Wellenlänge, oder durch Mischung verschiedener Wellenlängen. Strahlengemische sehr verschiedener Wellenlängen rufen farblose Gesichtseindrücke, z. B. reines weißes Sonnenlicht, hervor. Die Sättigung des Farbtones ist am größten, je einheitlicher die Wellenlänge der verwendeten Strahlenart ist. Reine spektrale Lichter besitzen maximale Sättigung. Die Helligkeit der Farbeindrücke wird auch durch die Intensität des einfallenden Lichtes bestimmt. Wählt man homogene Spektrallichter, so lösen die verschiedenen Wellenlängen ganz bestimmte Farbeempfindungen aus, deren wichtigste in Tabelle 1 zusammengestellt sind (REIN-SCHNEIDER).

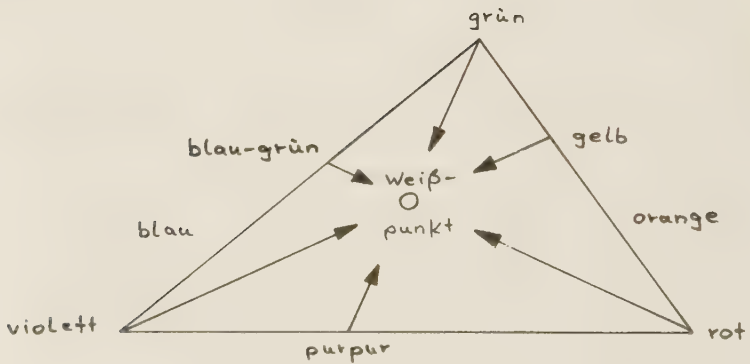
1. Additive Farbmischung

Werden zwei Strahlungen verschiedener Wellenlänge derselben Netzhautstelle dargeboten, so werden sie in der Netzhaut additiv gemischt. Man kann auf diese Weise auch Lichter beliebig abstufbarer Intensität dem Auge darbieten. Eine andere Methode der additiven Farbmischung ist die des Farbenkreisels nach MAXWELL. Man kann einen zweiten neuen Farbreiz der Netzhaut bieten, noch bevor die Wirkung eines ersten, anderen, abgeklungen ist. Der zeitliche Abstand der beiden Reize darf nicht zu groß sein. Es kommt dann zum Eindruck einer homogenen Mischfarbe. Man mischt die Farben in der Netzhaut dank der Trägheit ihrer Reaktionen (REIN-SCHNEIDER). Das Ergebnis der additiven Farbmischung ist auf Grund einer Konstruktion vorauszusagen, die die Grundfarben Rot, Grün und Blau (Violett) in Form eines Dreiecks anordnet (KEIDEL).

Tabelle 1

Wellenlänge in nm	Farbtöne
670	Rot
600	Orange
585	Gelb
520	Grün
470	Blau
440	Indigo
420	Violett

Abbildung 1



Das Farbendreieck. Erläuterung im Text.

Erläuterung zum Farbdreieck (REIN-SCHNEIDER, SCHOBER)

Auf den Seiten des Dreiecks liegen alle gesättigten Farben. Im Innern liegt der Punkt Weiß. Zwischen diesem und den Dreiecksseiten liegen alle Übergänge vom reinen Weiß über ungesättigte Farben bis zu den Spektralfarben am Rande. Alle an den Dreiecksseiten liegenden Farben können aus den diese Seiten begrenzenden Farben gemischt werden. Die an den Ecken liegenden Farben Rot, Grün und Violett sind nicht durch Mischung erreichbar. Den Eindruck Farblos erreicht man, indem man zwei Farben mischt, welche auf zwei verschiedenen Dreiecksseiten liegen, z. B. Rot und Blaugrün. Durch die Mischung von auf dem gleichen Schenkel des Dreiecks liegenden Spektralfarben erhält man die dazwischenliegenden Farbtöne. Die Mischung von Rot und Grün ergibt je nach dem Mengenverhältnis der Mischung alle dazwischenliegenden Farben, also Orange, Gelb, Gelbgrün. Die Mischung von Grün und Violett ergibt wiederum alle dazwischenliegenden Farben. Mischung von Rot und Violett ergibt die verschiedenen Purpurtöne. Nach diesem Schema lassen sich alle Farbtöne durch passende Mischung von je 2 der 3 Farben Rot, Grün und Violett herstellen. Diese Mischfarben sind allerdings weniger gesättigt als die entsprechenden Spektralfarben.

Bei Beleuchtung mit Mischlicht aller Wellenlängen entsteht Weiß. Da sich ferner aus Rot und Grün und aus Grün und Violett alle Wellenlängen ersetzen lassen, müssen Rot, Grün und Violett zusammen bei entsprechendem Mengenverhältnis ebenfalls Weiß ergeben. Mischung von Rot und Grün erweckt den Farbeindruck Gelb, Mischung von Grün und Violett den Farbeindruck Blau. Daraus folgt, daß auch die Mischung eines bestimmten Gelb mit einem bestimmten Blau ebenfalls Weiß ergibt. Solche sich zu Weiß ergänzenden Farbenpaare nennt man Komplementärfarben.

Für das Ergebnis additiver Mischungen ist nur das Aussehen, nicht aber die physikalische Zusammensetzung der Grundfarben maßgebend (KEIDEL). Alle farbigen und farblosen Lichterscheinungen können durch das Zusammenklingen von drei Grundkomponenten in wechselnden Anteilen dargestellt werden. Diese Feststellung führte zur Theo-

rie des trichromatischen Sehens.

2. Subtraktive Farbmischung

Man versteht darunter ein physikalisches Absorptionsphänomen: Werden ein blaues und ein gelbes Filter hintereinander von einer Lichtquelle durchsetzt, so resultiert Grün. Diese Lichter würden bei additiver Mischung Weiß ergeben (KEIDEL).

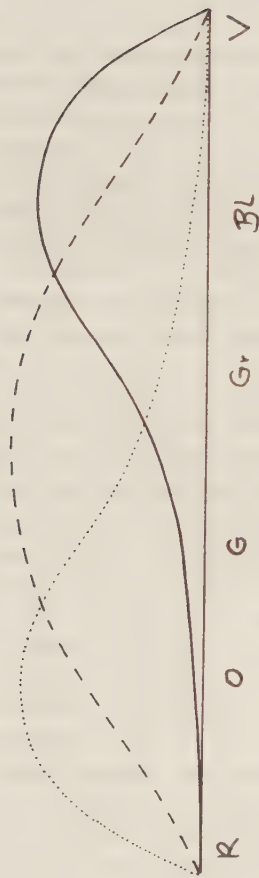
3. Theorie des trichromatischen Sehens

Nach der YOUNG-HELMHOLTZschen Farbentheorie existieren drei Komponenten, die in verschiedenem Stärkegrad durch die einzelnen Strahlungen des Spektrums erregt werden (Abbildung 2). (MONJÉ, SCHMIDT, SCHÜTZ)

Die erste Komponente wird vorwiegend durch Licht großer Wellenlänge, die 2. durch Licht mittlerer und die 3. durch Licht kleinerer Wellenlänge erregt. Die alleinige Erregung der 1. Komponente löst eine Rotempfindung aus, die der 2. eine Grünempfindung und die der 3. eine Violetttempfindung. Werden alle Komponenten gleichzeitig und gleich stark erregt, wird eine Weißempfindung ausgelöst. Werden nur die 1. beiden Komponenten erregt, resultiert eine Gelbempfindung. Blauempfindung entsteht durch gleichzeitige Erregung der grün- und violetttempfindlichen Fasern.

Die Vermutung liegt nahe, daß es verschiedene Arten von Zapfen und von zugehörigen Sehstoffen (Rezeptoren) gibt. Jede dieser Rezeptorenarten sei für eine der drei Grundfarben zuständig. Nach BEZOLD soll jedoch eine einzige Rezeptorenart existieren, aber 3 verschiedene photochemisch empfindliche Sehstoffe. Die Helligkeitsempfindung, die Farbton- und Farbsättigungsempfindung wird durch das gegenseitige Erregungsverhältnis der drei Rezeptorenarten bestimmt. Bis heute ist aber nur ein einziger Zapfenreizstoff, das Iodopsin, nicht aber die geforderte Zahl von 3 solchen Stoffen nachgewiesen (SCHÖBER).

Abbildung 2



Schematische Darstellung der YOUNG-HELMHOLTZschen Farbentheorie. Jeder der drei Elementarmechanismen (Rot-Mechanismus , Grün-Mechanismus ----- und Blau-Violett-Mechanismus -----) spricht maximal auf einen bestimmten Wellenlängenbereich an. Wenn alle drei gleich stark erregt werden, entsteht der Eindruck Farblos. Auch durch Wirkung nur zwei spektraler Lichter ist das möglich, z. B. Gelborange und Blaugrün.

Die YOUNG-HELMHOLTZsche Farbentheorie ist jedoch sehr geeignet, die Tatsachen der Farbenmischung und das Verhalten der partiell Farbsinngestörten zu erklären.

4. Gegenfarbentheorie

Von ganz anderen Grundanschauungen geht die Farbentheorie von EWALD HERING aus. Auch hier existieren drei Komponenten, die Sehsubstanzen genannt werden. Diese Sehsubstanzen (nach SCHÖBER Rezeptoren oder Sehstoffe) lösen sowohl bei Zersetzung (Dissimilierung) als auch bei dem Wiederaufbau (Assimilierung) eine Empfindung aus. Es sind dies die Rot-Grün-Rezeptoren, die Blau-Gelb-Rezeptoren und die Schwarz-Weiß-Rezeptoren bzw. Sehstoffe.

Assimilierung ist der synthetische Prozeß, durch den die lebendige organische Substanz den Verlust wieder ersetzt, den sie durch die Erregung erlitten hat.

Dissimilierung ist das Entstehen gewisser chemischer Produkte bei der Erregung. Beide Vorgänge haben einen gleich großen Wert für die Empfindung. Eine Farbenmischung aus Urfarbtönen ist nur dann möglich, wenn mindestens 2 verschiedene Rezeptoren (Substanzen) angeregt werden. Daraus folgt, daß zwar farbige Mischungen aus Rot und Blau oder Rot und Gelb, aus Grün und Blau oder Grün und Gelb, niemals aber aus Rot und Grün bzw. Blau und Gelb möglich sind, was der Farbentheorie nach YOUNG-HELMHOLTZ widerspricht.

Nach der HERINGschen Farbentheorie wird bei Dissimilierung der 1. Substanz Rot empfunden, bei Assimilierung Grün. Bei Dissimilierung der 2. Substanz resultiert eine Gelbempfindung, bei Assimilierung Blauempfindung. Die 3. Substanz wird durch einen Reiz nur dissimilierend beeinflusst und löst eine Weißempfindung aus. Fehlt der Reiz, so wird diese Substanz assimilierend beeinflusst und es resultiert eine Schwarzempfindung. Die dissimilierenden und assimilierenden Wirkungen auf die 2 Substanzen der Buntempfindung heben sich auf, wenn alle Strahlungen zusammen wirken; es entsteht dann eine Weißempfindung. Das gleiche geschieht bei Einwirkung zweier komplementären

tärer Strahlungen. Dies sind Lichter, von denen das eine in derselben Sehsubstanz Dissimilierung, das andere Assimilierung auslöst. Da sich die Wirkung der Lichter auf die Farbempfindung gegenseitig aufhebt, wird von Gegenfarben gesprochen.

Eine Stütze findet die Theorie der Gegenfarben in den farbigen Nachbildern und Kontrasten (KEIDEL). Wird ein farbiger Gegenstand hoher Leuchtkraft längere Zeit (20 sec.) unverwandt betrachtet, so erscheint einige Sekunden nach Abwenden des Blickes auf ein weißes Papier ein negatives Nachbild in der Gegenfarbe (Komplementärfarbe).

Es existiert die Vorstellung, daß ein Gemisch dreier chemisch verschiedener Substanzen vorliegt, die unabhängig voneinander dissimilieren und assimilieren. Man nimmt 3 verschiedene Bestandteile der Sehsubstanz an, die schwarz-weiß-empfindende, die blau-gelb-empfindende und die rot-grün empfindende Substanz. Gemischtes Licht erscheint farblos, wenn es sowohl für die blaugelbe als auch für die rotgrüne Substanz ein gleichstarkes Dissimilierungs- wie Assimilierungsmoment setzt, weil dann beide Momente sich gegenseitig aufheben und die Wirkung auf die schwarzweiße Substanz rein hervortritt. Also sind 2 Lichtarten, die zusammen Weiß ergeben, nicht als komplementäre, sondern als antagonistische Lichtarten zu bezeichnen, denn sie ergänzen sich nicht zu Weiß, sondern lassen es rein hervortreten, weil sie als Antagonisten sich gegenseitig ihre Wirkung unmöglich machen.

Jede dieser beiden Grundtheorien ist imstande, viele experimentelle Ergebnisse gut zu erklären. Andererseits können bestimmte Eigenschaften des Farbensehens nur schlecht von der einen Theorie erklärt, jedoch von der anderen gut erfaßt werden. Daraus entstand eine Synthese aus diesen beiden einander widersprechenden Theorien. Die bekannteste derartige Synthese ist die Zonentheorie von JOH. v. KRIES, nach der der Übergang vom physikalischen Reiz auf die Erregung der Netzhautorgane nach der YOUNG-HELMHOLTZschen, die Ausbildung und das Bewußtwerden der Empfindung aber nach der HERINGschen Theorie erfolgt (SCHÖBER).

III. STÖRUNGEN DES FARBSINNES

Farbsinnstörungen sind meist angeboren und werden bei etwa 8 % aller Männer und 0,4 % aller Frauen beobachtet (LEYDHECKER, ENGELKING).

1. Normale und anomale Trichromaten

Hierbei handelt es sich um einen unvollständigen Ausfall einer der Farbkomponenten. Normale und anomale Trichromaten können alle Farben durch additive Mischung von drei spektralen Reizlichtern nachahmen, jedoch variiert bei den anomalen Trichromaten die Beimischung des Grün bzw. des Rot. Bei der anomalen Trichromasie unterscheidet man Protanomalie, Deutanomalie und Tritanomalie. In der männlichen Bevölkerung sind 4,2 % deutanomal und 1,6 % protanomal. Störungen des Blau-Gelb-Sinnes (Tritanopie, Blaugelbblindheit; Tritanomalie, Blaugelbschwäche) sind sehr selten und von geringer praktischer Bedeutung, weshalb sie in dieser Arbeit auch nicht berücksichtigt wurden. Die Störungen der anomalen Trichromaten sind ähnlich denen der Dichromaten, jedoch ist das Ausmaß geringer. Eine Beurteilung im Rot-Gelb-Grün-Bereich nehmen sie im wesentlichen nach der Helligkeit und nicht nach der Farbe vor (HEINSIUS). Ferner ermüdet die Farbenbeurteilung rasch, und es kann leicht zu Verwechslungen von Signallichtern kommen. Stark ausgeprägt sind bei ihnen die Kontrastercheinungen für farblose und farbige Lichter. So kann ein gelbes Signal neben einem roten als grünlich erscheinen (GRAMBERG-DANIELSEN).

2. Dichromaten

Hierbei handelt es sich um einen vollständigen Ausfall eines der Pigmente für das Farbensehen. Je nachdem, ob es sich um die 1. (protos), oder 2. (deuteros), oder 3. (tritros) Komponente handelt, spricht man von Protanopie, Deutanopie und einer sehr seltenen Tritanopie.

Die Dichromaten können alle Farbempfindungen durch additive Mischung von nur zwei spektralen Reizlichtern nachahmen. Das Spektrum oberhalb 500 nm wird von den Rot-Grün-Blinden als Gelb bezeichnet, unterhalb 500 nm als Blau verschiedener Helligkeit. Das Spektrum zwischen beiden Bereichen wird von ihnen als Weiß bezeichnet ("Neutralpunkt"). Beim Protanopen (Rotblinden) ist das Spektrum am roten Ende verkürzt. Ein bestimmtes Rot erscheint ihm als Schwarz (DIETER). Bei der Deuteranopie (Grünblindheit) ist die Empfindlichkeit im mittleren Wellenlängenbereich vermindert. Eine "Farbunterscheidung" wird dann nicht nach der Farbe, sondern nach der Helligkeit vorgenommen und es kann zur Rot-Grün-Verwechslung kommen. Beim Protanopen ist die Empfindlichkeitskurve für Helligkeiten verschoben, beim Deuteranopen dagegen nicht.

3. Monochromaten

Monochromaten können farbige Lichter nur nach ihrer Helligkeit unterscheiden. Bei der totalen Farbenblindheit spricht man von Achromasie. Da die Funktion der Zapfen ausgefallen ist, resultiert ein reines Stäbchensehen, woraus sich noch weitere Symptome ergeben: Normales Sehen bei Dämmerung, bei Tag herabgesetzte Sehschärfe auf 1/10 durch Zentralskotom, pendelndes Augenzittern (Nystagmus), weil nicht mehr fixiert werden kann und Lichtscheu. Es gibt noch eine 2. Form der totalen Farbenblindheit. Hierbei ist eine normale Empfindlichkeit des Zapfenapparates vorhanden, aber eine Farbunterscheidung kann nicht vorgenommen werden. Man nimmt an, daß es sich hier um eine ungenügende Ausbildung höherer Zentren handelt. Beide Formen der totalen Farbenblindheit kommen nur sehr selten vor.

Farbsinnstörungen werden rezessiv geschlechtsgebunden vererbt, weshalb sie bei Männern wesentlich häufiger vorkommen als bei Frauen (HARTUNG). Protanopie und Deuteranopie werden unabhängig voneinander vererbt (TRENDELENBURG und SCHMIDT).

IV. ÖSTROGENE, GESTAGENE UND DAS FARBENSEHEN

Es handelt sich bei den Kontrazeptiva wie schon erwähnt um eine Östrogen-Gestagen (Progesteron)-Kombination. Die Nebenwirkungen dieser Präparate auch in bezug auf das Auge sind vielgestaltig. Ob eine längere Verwendung von Ovulationshemmern auch die Farbempfindung augengesunder Frauen beeinflussen kann, ist erstaunlicherweise bisher kaum erforscht worden. Erstmals berichtete O. NEUBAUER in einem Vortrag in der Ophthalmologischen Gesellschaft in Wien am 8. 5. 1972 über derartige Störungen. Er ging bei seinen Versuchen davon aus, daß in der Gravidität, besonders im letzten Monat, Hemeralopie und Farbsinnschwäche vorkommen können. Beide Erscheinungen bilden sich jedoch post partum immer vollständig zurück. Da das Progesteron das für die Erhaltung der Schwangerschaft verantwortliche Hormon ist (KUSCHINSKY), folgt daraus, daß diese Nebenwirkungen eben diesem Hormon zuzuschreiben sind.

In seinem Vortrag befaßt sich O. NEUBAUER jedoch mit der Gesamtwirkung der Kontrazeptiva und nicht mit ihren Komponenten auf die Farbempfindung.

Er berichtet über Untersuchungen von 39 Patientinnen, die über längere Zeit Ovulationshemmer eingenommen hatten. Unter Berücksichtigung der Dauer der Einnahme, der Unterbrechung der kontinuierlichen Einnahme und der Zusammensetzung des Präparates wurde die Farbtüchtigkeit in bezug auf das Rot-Grün-Empfinden mit den pseudo-isochromatischen Tafeln nach ISHIHARA und dem Anomaloskop nach NAGEL geprüft, in bezug auf das Blau-Gelb-Empfinden mit dem Farnworth Panel 15 Test und dem Farnworth Hue 28 Test nach ROTH. Jede Untersuchung wurde voll hell adaptiert bei Tageslicht durchgeführt. Von den 39 Probandinnen zeigten 10 eine mehr oder weniger starke Farbenstörung, und zwar 9 eine leichte Protanomalie und eine Probandin eine eindeutigere mit einem Anomalquotienten von 0,48. Leider geben die Tabellen von O. NEUBAUER keinen Aufschluß über die Farbempfindung nach dem Absetzen der Ovulationshemmer bzw. in der Zeit der Pillenpause.

Bei gleichzeitig durchgeführten Untersuchungen fand M. MARRE² an der Universitäts-Augenklinik in Dresden 7 Farbstörungen bei 50 untersuchten Frauen (O. NEUBAUER).

Die vorliegende Arbeit soll klären, ob, an einer größeren Anzahl von augengesunden Probandinnen gemessen, eine statistisch signifikante Veränderung der Farbempfindung in der Phase der Einnahme der Kontrazeptiva gegenüber der Farbempfindung in der einnahmefreien Phase unter Berücksichtigung der Medikationsdauer und der Zusammensetzung der benutzten Präparate zu finden sei. Da die Störungen des Blau-Gelb-Sinnes nur sehr selten auftreten und von geringer praktischer Bedeutung sind (ENGELKING), wurden diese nicht untersucht.

V. BEDEUTUNG FÜR DEN BERUF

Eine besondere Leistung wird vom Farbensinn in den Berufen verlangt, bei denen farbige Signale verwendet werden, die vorwiegend im Rot- und Grünbereich liegen. Die Verwechslungen der Farbenblinden erfolgen gerade hierbei (JAENSCH).

Farbenblindheit sowie Farbschwäche machen für viele Berufe untauglich, wie z. B. bei der Bundesbahn und -post, Straßenbahnen und Omnibusse, Teile der Schifffahrt und in der zivilen Luftfahrt, wo es genaue Tauglichkeitsvorschriften gibt (GRAMBERG-DANIELSEN).

Selbst geringe Farbsinnstörungen beeinträchtigen die Leistungsfähigkeit der Maler, Färber, Drucker, sowie der Chemiker und aller Personen, die im Laborbereich tätig sind. So können z. B. die Tuberkelbazillen bei der Ziehl-Neelsen-Färbung oft nicht gesehen werden. Ebenso können gramnegative und grampositive Bakterien leicht verwechselt werden, da sie sich farblich nur gering voneinander unterscheiden (JAENSCH).

In der Physiologischen Chemie werden viele Ergebnisse nach der Farbe beurteilt. Hier seien nur einige Beispiele genannt (SIEGMUND, SCHÜTTE, KÖRBER):

1. Glukosenachweis in Harn und Serum.

Glukoseverdünnungen werden mit Glukotestpapier geprüft. Je 1 Tropfen der Lösung wird auf einen kleinen Streifen des Testpapiers gegeben und die Färbung nach 3 - 5 Minuten mit der Farbskala verglichen. Glukoteststreifen sind mit einem gelben Farbstoff imprägniert, der mit dem entstehenden blauen Farbstoff grüne Mischfarben gibt, um einen besseren quantitativen Vergleich zu ermöglichen.

2. Formoltitration

Es handelt sich hierbei um den Nachweis des Säurecharakters neutraler Aminosäuren. Glycin + Phenolphthalein werden mit 1 N Natronlauge bis zur beständigen Rosafärbung titriert.

3. Xanthoproteinreaktion

Aromatische Aminosäuren geben beim Erwärmen mit konz. Salpetersäure gelbgefärbte Nitroverbindungen.

4. Bestimmung von Neutralfetten im Blutserum

Hydroxaminsäuren geben in saurer Lösung mit Eisen III-ionen einen rotbraunen Komplex.

5. Spaltung der Esterbindungen durch Lipasen

Die Beobachtung der pH-Änderung geschieht durch Titration von Olivenölemulsion + Phenolphthalein mit 1 M Sodalösung bis zur bleibenden Rosafärbung.

Bei all diesen und weiteren Bestimmungen können leicht Fehler unterlaufen, wenn die Ergebnisse von Farbsinngestörten Personen abgelesen werden.

VI. VERKEHRSMEDIZINISCHE ASPEKTE

Außerordentlich unterschiedlich wird die Verkehrsgefährdung durch Farbenuntüchtige eingeschätzt. Wie schon erwähnt, können Verwechslungen von Signallichtern im Rot-Grün-Bereich bei den anomalen Trichromaten sowie bei den Dichromaten vorkommen. Die Gefahr liegt jedoch weniger in einer theoretisch möglichen Verwechslung der Ampelfarbe als vielmehr in der Spektrumverkürzung, wodurch rote Warnlichter übersehen werden können. So kann es beim Nichterkennen der roten Bremslichter zu Auffahrunfällen kommen (H. TIBURTIUS). Ebenfalls ist die Ermüdung der Farbenbeurteilung, sowie die längere Unterscheidungszeit der Farbsinngestörten erwähnenswert. Nach SPIECKER haben Deuteranomale eine Erkennungsverzögerung von bis zu 100 sec.. Die Erkennbarkeit hängt jedoch von der Leuchtflächengröße ab. Nach Vergrößerung der Leuchtflächen ging besonders die Zahl der Auffahrunfälle infolge der Erhöhung des Auffälligkeitswertes der Signalgeber zurück (GRAMBERG-DANIELSEN).

VII. BESCHREIBUNG DER HIER ANGEWANDTEN UNTERSUCHUNGSTECHNIK ZUR BESTIMMUNG DER FARBSINNSTÖRUNG

Die Messungen zur Bestimmung der Farbsinnstörung wurden bei 100 Frauen im Alter von 17 bis 41 Jahren durchgeführt, die über mehrere Jahre orale Kontrazeptiva eingenommen hatten. Alle Frauen gaben an, die kontinuierliche Einnahme der Ovulationshemmer durch ein- bis zweimonatige Pausen unterbrochen zu haben, weshalb in dieser Tabelle in der Spalte "Dauer der Einnahme" jeweils die Zeit nach der letzten Pillenpause angegeben wurde. In einem Fall wurde die "Pille" über 8 Jahre ohne Pausen eingenommen. Die benutzten Präparate und ihre Zusammensetzung sind aus Tabelle 2 zu entnehmen.

Von den 100 untersuchten Frauen erwiesen sich 98 als farbentüchtig, und je eine zeigte eine Tendenz zur Rot- bzw. Grünschwäche.

Die Farbempfindung jeder Frau wurde je einmal in der Zeit der Einnahme der Kontrazeptiva, und zwar immer in dem Intervall zwischen der 10. und letzten Pille der jeweiligen Packung, und einmal in der einnahmefreien Zeit geprüft, wobei der Test stets am 5. bzw. 6. Tag dieser Zeit durchgeführt wurde.

Der Farbensinn kann mit den pseudoisochromatischen Farbtafeln nach STILLING oder den besonders gut gelungenen nach ISHIHARA geprüft werden. Auf diese Weise kann zwar meistens eine Störung des Rot-Grün-Sinnes erkannt, aber die Art der Störung nicht genau analysiert werden. Ebenso erhält man keinen Aufschluß über das Ausmaß der Farbsinnstörungen (TRENDELENBURG). Dies beides gelingt mit dem Anomaloskop nach NAGEL, dessen Anwendung bei allen gutachtlichen Fragen und bei den Eignungsprüfungen der Bundesbahn usw. vorgeschrieben ist (LEYDHECKER, ENGELKING). Aus diesem Grund wurde diese Methode bei der Untersuchung der Farbsinnstörung nach Einnahme oraler Kontrazeptiva benutzt.

Tabelle 2 (nach TENHAEFF)

Präparat	Zusammensetzung
Ortho-Novum 1/50	0,05 mg M. + 1,0 mg Norethisteron
Ortho-Novum 1/80	0,08 mg M. + 1,0 mg Norethisteron
Ortho-Novum 2 mg	0,1 mg M. + 2,0 mg Norethisteron
Anacyclin 21/28	0,1 mg M. + 1,0 mg Lynestrenol
Ovovesta	0,1 mg M. + 1,0 mg Lynestrenol
Orlest 21/28 Fe	0,05 mg Ä. + 1,0 mg Noreth. -Acetat
Lyndiol	0,05 mg Ä. + 2,5 mg Lynestrenol
Etalontin 21/28 Fe	0,05 mg Ä. + 2,5 mg Noreth. -Acetat
Lyndiol 2,5	0,075 mg M. + 2,5 mg Lynestrenol
Noracyclin 22	0,075 mg M. + 2,5 mg Lynestrenol
Planovin	0,05 mg Ä. + 4,0 mg Megestrol-Acetat
Anovlar 21	0,05 mg Ä. + 4,0 mg Noreth. -Acetat
Ovulen	0,1 mg M. + 1,0 mg Ethinodiolacetat
Eugynon 21/28	0,05 mg Ä. + 0,5 mg DL-Norgestrel
Stediril	0,05 mg Ä. + 0,5 mg DL-Norgestrel
Neogynon 21/28	0,05 mg Ä. + 0,25 mg D-Norgestrel
Stediril d	0,05 mg Ä. + 0,25 mg D-Norgestrel

Ä = Äthinylöstradiol
M = Mestranol

Das Anomaloskop nach NAGEL

Dieses Gerät dient zur Bestimmung der Farbensichtigkeit in bezug auf das Rot-Grün-Sehen (RICHTER). Diese Bestimmung erfolgt durch den Vergleich eines Gemisches aus einem roten und einem grünen Spektrallicht und einem monochromatischen Gelb. Art und Grad der Farbenfehlsichtigkeit des Probanden in bezug auf das Rot-Grün-Sehen kann aus dem Mischungsverhältnis und der eingestellten Leuchtdichte des Vergleichsgelb erkannt werden (VIERLING).

Das Anomaloskop ist optisch wie ein Spektralphotometer aufgebaut und besitzt ein dem besonderen Zweck angepaßtes Spaltsystem.

Durch 2 parallel liegende Eintrittsspalten S_2 und S_3 wird die Rot-Grün-Mischung hergestellt. Die äußeren Spaltbacken sind auf die Wellenlängen $\lambda = 671$ nm (rote Lithium-Linie) und $\lambda = 546,1$ nm (grüne Quecksilberlinie) eingestellt. Die inneren Kanten dieser Spalte bestehen aus einer verschiebbaren Spaltbacke. Durch die Verschiebung dieser Spaltbacke wird der eine Spalt um den gleichen Betrag erweitert wie der andere verengt. Auf diese Weise kann man das Mischungsverhältnis der beiden Spektrallichter verändern.

Ein 3. Spalt S_1 für das Vergleichslicht befindet sich über den beiden Mischspalten S_2 und S_3 . Die feststehende Spaltbacke ist auf die Wellenlänge $\lambda = 589,3$ nm (Mitte der beiden gelben Natriumlinien) eingestellt. Die bewegliche Spaltbacke kann den Gelbspalt nach der langwelligen Seite hin öffnen. Die Feinschrauben der Spalte haben Teilscheiben. Ein Intervall der Teilungen entspricht einer Spaltbreitenänderung von $0,005$ nm. Der größten nutzbaren Breite für den Gelbspalt S_1 entsprechen 87 Intervalle $= 0,435$ nm. Der voll geöffnete Spalt hat den Wert 87 , der geschlossene den Wert 0 . Die größte nutzbare Breite für die Spalte S_2 und S_3 beträgt 73 Intervalle $= 0,365$ nm.

Der Rotspalt S_3 ist bei der Stellung 0 geschlossen, dagegen der Grünspalt S_2 voll geöffnet. Bei der Stellung 73 ist das Umgekehrte der Fall. Das Spaltsystem, bestehend aus den Spalten S_1 , S_2 und S_3 , steht in der Brennweite des Kollimatorobjektives O_1 . Es wird von einer Pro-

Abbildung 3

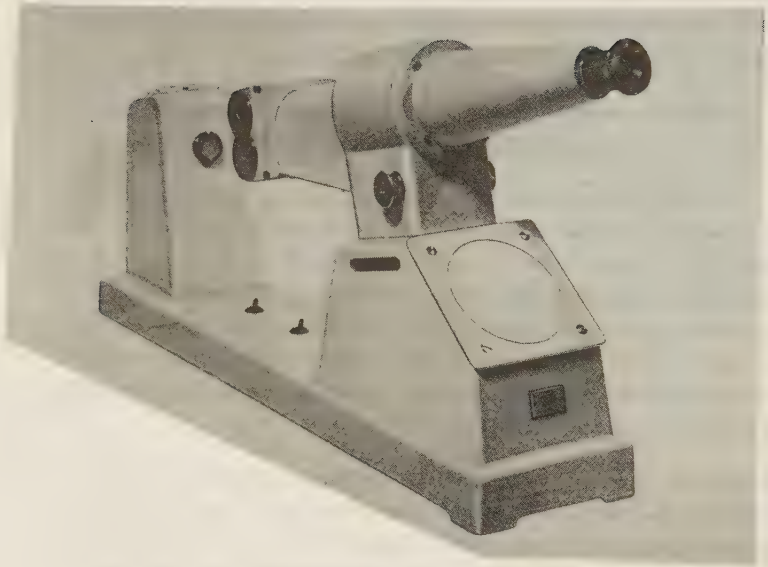


Abbildung 3 zeigt die äußere Form des Gerätes.

Abbildung 4

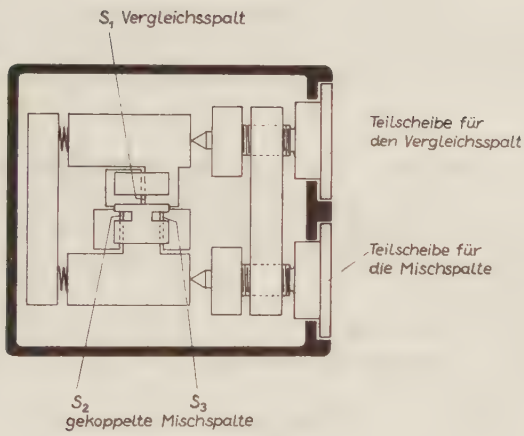


Abbildung 4 zeigt das Spaltsystem in schematischer Darstellung.

Abbildung 5

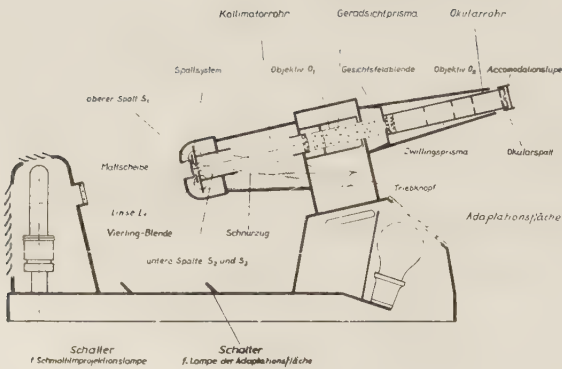


Abbildung 5 zeigt den optischen Aufbau des Gerätes in einer schematischen Schnittzeichnung

jektionslampe, die auf eine bestimmte Farbtemperatur eingestellt ist, vor einer Mattscheibe beleuchtet. Vor den Spalten befindet sich eine Linse L_1 , die dafür sorgt, daß alle drei Spalten ihr Licht von der gleichen Stelle der Mattscheibe erhalten. Das Licht gelangt über ein geradsichtiges Dispersionsprisma, einem in der Gesichtsfeldebene angeordneten Zwillingsprisma, das Fernrohrobjektiv O_2 , den in der Brennweite von O_2 liegenden Okularspalt und eine Akkomodationslupe in das Auge des Probanden. Durch genaue Einstellung der Akkomodationslupe kann die Gesichtsfeldblende und die durch die Mitte dieser Blende laufende Dachkante des Zwillingsprismas vom Beobachter als rundes in der Mitte waagerecht geteiltes Prüffeld scharf gesehen werden.

In der Ebene des Okularspaltes werden das Spektrum des Spaltes S_1 und die sich teilweise deckenden Spektren der Spalte S_2 und S_3 erzeugt. Das einfache Spektrum des Spaltes S_1 und das Doppelspektrum der Spalte S_2 und S_3 kommen in der Ebene des Okularspaltes durch die Wirkung des Zwillingsprismas zur Deckung. Der Okularspalt blendet aus den Spektren je einen engen Spektralbereich um die Wellenlängen $\lambda = 671 \text{ nm}$, $546,1 \text{ nm}$ und $589,3 \text{ nm}$ aus.

Der Proband, der durch den Okularspalt blickt, sieht die untere Hälfte des zweiteiligen Prüffeldes im homogenen gelben Licht und die obere Hälfte je nach Stellung der mittleren Spaltbacke der Spalte S_2 und S_3 im homogenen roten oder grünen Licht, oder in einer Mischung dieser Lichter (MAXWELLSche Beobachtungsweise).

Die Mischung des grünen und des roten Spektrallichtes der Spalte S_2 und S_3 ergibt ein Gelb, welches mit dem gelben Spektrallicht des Spaltes S_1 übereinstimmt und die gleiche Leuchtdichte hat. Auf diese Weise erhält man die RAYLEIGH-Gleichung.

Stellt ein farbennormalsichtiger Beobachter mehrere Male die RAYLEIGH-Gleichung ein, so ergibt das Mittel dieser Einstellungen den Skalenwert 40 an der Teilscheibe der Feinschraube für die Mischspalte S_2 und S_3 . Für die Einstellung des Gelbspaltes S_1 ergibt sich für die RAYLEIGH-Gleichung der Skalenwert ~ 15 . Der entsprechen-

de Anomalquotient zum Skalenwert 40 beträgt 1.

Mit Hilfe einer Blendenvorrichtung am Spaltsystem können einer oder zwei der Eintrittsspalte abgeblendet werden. Dadurch entsteht die Möglichkeit für die Einstellung von Scheingleichungen zwischen Rot und Gelb sowie Grün und Gelb. Auf diese Weise können auch Untersuchungen über die Kontraststeigerung der anomalen Trichromaten durchgeführt werden (ENGELBRECHT).

Die Einstellungen am Anomaloskop sollen nach DIN 6160 durch den Anomalquotienten AQ ausgedrückt werden, der sich aus der v.KRIESschen Quotientenberechnung ergibt.

$$AQ = \left[\frac{73 - P}{P} \right] : \left[\frac{73 - N}{P} \right]$$

P = Mittelwert aus mehreren Einstellungen des Prüflings an der Feinschraube der Mischspalte S_2 und S_3 .

N = Mittelwert der gleichen Einstellungen des Normalbeobachters.

Für die Berechnung des AQ ist ein Sonderrechenstab entwickelt worden, mit dem alle Berechnungen durchgeführt wurden.

VIII. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Aus den folgenden Tabellen sind zu ersehen:

1. das Alter der Probandin
2. das verwendete Präparat
3. die Dauer der Einnahme (jeweils seit der letzten längeren, über mehrere Monate dauernden, "Pillenpause")
4. die Einstellung und der Anomalquotient (AQ) in der Zeit der Einnahme der Ovulationshemmer
5. die Einstellung und der Anomalquotient (AQ) in der einnahmefreien Zeit und
6. der Wert x , der sich aus der Differenz der Einstellung in der Pilleneinnahmezeit und der Einstellung in der einnahmefreien Zeit ergibt.

Der Durchschnittswert der Einstellungen am Anomaloskop beträgt während der Einnahme 41,18, der Durchschnittswert des AQ 0,9467. Der entsprechende Mittelwert für die Einstellung in der einnahmefreien Phase beträgt 39,8, der Mittelwert des AQ 1,0272.

Diese Werte sind das Ergebnis von 400 Einzelmessungen, da jede Probandin in der Einnahmezeit sowie in der einnahmefreien Zeit die Einstellung am Anomaloskop zweimal vornehmen mußte, einmal von rot und einmal von grün ausgehend. Der jeweilige Mittelwert wurde festgehalten.

Die Berechnungen zeigen, daß bei großer Zahl von Messungen abweichende Einzelwerte herausfallen und ein Durchschnitt erzielt wird, der der Einstellung durch einen farbennormalsichtigen Beobachter erstaunlich nahe kommt. So beträgt der Einstellungswert normaler Trichromaten 40, der entsprechende AQ 1. Eine Streubreite des AQ von 0,7 bis 1,4 ist durchaus vertretbar entsprechend einer Schwankung der Einstellung von 46 bis 34 Intervallen.

Danach finden wir unter den 100 untersuchten Frauen nur 2 Abwei-

lungen von der Norm. Diese beiden Frauen verhalten sich jedoch hinsichtlich des Wertes x nicht anders als die anderen 98 farbentüchtigen Frauen.

Die Auswertung der Tabellen ergab, daß 81 der 100 Frauen in der Zeit der Einnahme der Kontrazeptiva eine leichte Tendenz zur Rot-schwäche zeigten, indem sie in dieser Zeit mehr Rot beimischten, um Farbgleichheit zu erzielen. Bei 8 Frauen trat der entgegengesetzte Fall ein, sie benötigten anstatt in der Zeit der Einnahme in der Pillenpause mehr Rot, um diese Farbgleichheit zu erreichen. Bei 11 der untersuchten Frauen blieb die Farbpempfindung unverändert.

Anzahl der + Werte N^+	= 81
Anzahl der - Werte N^-	= 8
Anzahl der Werte = 0 N^0	= 11

Statistische Berechnungen, die dem Direktor des Institutes für medizinische Statistik und Dokumentation der Freien Universität Berlin, Herrn Prof. Dr. Dr. Fuchs, zu verdanken sind, ergaben unter Zugrundelegung des Zeichentestes, daß die Wahrscheinlichkeit, daß die Ergebnisse in der Einnahmezeit der Kontrazeptiva und in der einnahmefreien Zeit zufällig zustande gekommen seien, weniger als 1 % beträgt.

Entgegen der Annahme von O. NEUBAUER, daß bei Patientinnen, die sehr niedrig dosierte Präparate verwenden, die Farbanomalien weniger hervortreten, fanden wir weder eine Abhängigkeit der Farbsinnstörung von der Zusammensetzung des Präparates, noch von der Dauer der Einnahme.

Eine andere Frage ergab sich allerdings. Da ein Maximalwert von x (Einstellungsdifferenz mit/ohne Ovulationshemmer) von 6 Intervallen gerade bei der ältesten Patientin gefunden wurde, prüften wir die Abhängigkeit der Farbsinnstörung vom Alter der Probandinnen, indem wir für die verschiedenen Altersgruppen den Durchschnittswert x errechneten, der aus Tabelle 4 zu ersehen ist.

Tabelle 3

Probandin	Alter	Pille	Dauer	mit Pille		ohne Pille	
				Einst.	AQ	Einst.	AQ
1	23	Ortho-Novum 1/80	8 Mon.	40	1	38	1,12
2	23	Lyndiol	3 J.	42,5	0,87	40	1
3	20	Anacyclin	10 Mon.	42	0,9	41,5	0,92
4	22	Anacyclin	5 Mon.	47	0,67	45	0,76
5	33	Neogynon 21	2 J.	37	1,18	37,5	1,15
6	41	Neogynon 28	2 Mon.	43,5	0,82	37,5	1,15
7	25	Ortho-Novum 1/50	4 Mon.	43,5	0,82	42,5	0,87
8	23	Ortho-Novum 1/50	3 Mon.	39	1,06	40,5	0,97
9	23	Anovlar 21	1 J.	39,5	1,03	41	0,95
10	23	Neogynon 21	1 J.	41,5	0,92	39	1,06
11	23	Neogynon 21	5 Mon.	45	0,76	41,5	0,92
12	30	Ortho-Novum 1/50	2 Mon.	41	0,95	38,5	1,09
13	28	Lyndiol	1 1/2 J.	40	1	40	1
14	20	Eugynon 28	5 Mon.	41,5	0,92	41	0,95
15	22	Neogynon 21	3 Mon.	44	0,8	42,5	0,87
16	23	Lyndiol	9 Mon.	38,5	1,09	37	1,18
17	23	Eugynon 21	4 Mon.	40,5	0,97	40	1
18	27	Eugynon 21	10 Mon.	42,5	0,87	41,5	0,92
19	28	Ovulen	1 1/2 J.	41	0,95	36	1,25
20	32	Ovulen	2 J.	41,5	0,92	41	0,95

(Fortsetzung) Tabelle 3

Probandin	Alter	Pille	Dauer	mit Pille		ohne Pille		x
				Einst.	AQ	Einst.	AQ	
21	20	Neogynon 21	6 Mon.	40,5	0,97	40,5	0,97	0
22	29	Neogynon 28	3 Mon.	39,5	1,03	39,5	1,03	0
23	24	Lyndiol	2 Mon.	44	0,8	41	0,95	3
24	22	Neogynon 21	3 Mon.	41,5	0,92	41,5	0,92	0
25	35	Neogynon 21	3 J.	41	0,95	39,5	1,03	1,5
26	24	Lyndiol 2,5	7 Mon.	42,5	0,87	40	1	2,5
27	25	Neogynon 21	4 Mon.	40,5	0,97	39,5	1,03	1
28	22	Eugynon 21	6 Mon.	45	0,76	43,5	0,82	1,5
29	22	Neogynon 21	1 J.	41	0,95	41	0,95	0
30	17	Ortho-Novum 1/50	1 J.	41,5	0,92	43	0,85	-1,5
31	35	Neogynon 21	6 Mon.	43	0,85	41,5	0,92	1,5
32	37	Lyndiol	1 J.	39	1,06	40	1	-1
33	26	Eugynon 21	1 1/2 J.	40,5	0,97	38	1,12	2,5
34	28	Eugynon 28	1 J.	45	0,76	44,5	0,78	0,5
35	29	Eugynon 21	2 Mon.	41	0,95	41,5	0,92	-0,5
36	32	Eugynon 21	3 Mon.	40	1	39,5	1,03	0,5
37	26	Neogynon 21	6 Mon.	42	0,9	42	0,9	0
38	23	Eugynon 21	3 Mon.	43,5	0,82	41	0,95	2,5
39	21	Ortho-Novum 1/80	5 Mon.	41	0,95	38	1,12	3
40	22	Eugynon 21	3 J.	40	1	39,5	1,03	0,5

Probandin	Alter	Pille	Dauer	mit Pille		ohne Pille		x
				Einst.	AQ	Einst.	AQ	
41	32	Etalontin	7 Mon.	41	0,95	38	1,12	3
42	24	Neogynon 21	2 J.	42	0,9	40	1	2
43	23	Eugynon 21	2 Mon.	41,5	0,92	40	1	1,5
44	26	Neogynon 21	5 Mon.	41	0,95	40	1	1
45	26	Etalontin	4 Mon.	43	0,85	41,5	0,92	1,5
46	31	Anacyclin	5 Mon.	43,5	0,82	40,5	0,97	3
47	23	Neogynon 21	1 1/2 J.	41	0,95	40	1	1
48	27	Ovulen	1 1/2 J.	41	0,95	39	1,06	2
49	26	Planovin	1 Mon.	43	0,85	42,5	0,87	0,5
50	27	Lyndiol	5 Mon.	42	0,9	40	1	2
51	21	Neogynon 21	6 Mon.	42	0,9	41,5	0,92	0,5
52	22	Neogynon 21	6 Mon.	42	0,9	39	1,06	3
53	24	Lyndiol	2 J.	41,5	0,92	41,5	0,92	0
54	25	Ortho-Novum 2 mg	2 Mon.	40	1	39	1,06	1
55	20	Ovulen	1 J.	38,5	1,09	37,5	1,15	1
56	22	Anacyclin	6 Mon.	40	1	40	1	0
57	25	Lyndiol	4 Mon.	38	1,12	37	1,18	1
58	22	Eugynon 21	2 J.	39,5	1,03	38,5	1,09	1
59	36	Eugynon 28	2 Mon.	42,5	0,87	41	0,95	1,5
60	26	Eugynon 21	4 Mon.	45	0,76	42,5	0,87	2,5

(Fortsetzung) Tabelle 3

Probandin	Alter	Pille	Dauer	mit Pille		ohne Pille		x
				Einst.	AQ	Einst.	AQ	
61	23	Planovin	2 J.	39	1,06	39	1,06	0
62	21	Noracyclin	5 Mon.	41	0,95	39	1,06	2
63	29	Neogynon 21	3 Mon.	39	1,06	37,5	1,15	1,5
64	35	Eugynon 21	1 Mon.	42,5	0,87	40	1	2,5
65	25	Stediril	5 Mon.	40,5	0,97	38	1,12	2,5
66	33	Ortho-Novum 1/50	2 Mon.	40	1	39,5	1,03	0,5
67	30	Planovin	2 Mon.	39	1,06	38,5	1,09	0,5
68	32	Ovorestä	2 J.	38,5	1,09	38	1,12	0,5
69	23	Eugynon 21	1 J.	43,5	0,82	41	0,95	2,5
70	34	Neogynon 21	1 3/4 J.	43	0,85	41,5	0,92	1,5
71	23	Eugynon 21	1 J.	42	0,9	40	1	2
72	23	Lyndiol	3 Mon.	41	0,95	40	1	1
73	23	Neogynon 21	2 J.	43,5	0,82	41,5	0,92	2
74	25	Eugynon 21	2 J.	40	1	40	1	0
75	33	Anovlar 21	8 J.	43	0,85	39,5	1,03	3,5
76	25	Eugynon 21	2 J.	41	0,95	40,5	0,97	0,5
77	22	Ortho-Novum 1/80	1 Mon.	44,5	0,78	44,5	0,78	0
78	23	Neogynon 21	3 Mon.	44	0,8	41,5	0,92	2,5
79	24	Lyndiol	6 Mon.	41,5	0,92	39	1,06	2,5
80	30	Neogynon 21	4 Mon.	42	0,9	40,5	0,97	1,5

(Fortsetzung) Tabelle 3

Probandin	Alter	Pille	Dauer	mit Pille		ohne Pille		x
				Einst.	AQ	Einst.	AQ	
81	24	Neogynon 21	2 J.	38,5	1,09	39	1,06	-0,5
82	24	Eugynon 21	2 Mon.	40	1	39	1,06	1
83	21	Neogynon 21	1 J.	38	1,12	37	1,18	1
84	26	Lyndiol	1 J.	40	1	41	0,95	-1
85	24	Neogynon 21	7 Mon.	43	0,85	39,5	1,03	3,5
86	22	Eugynon 21	1 Mon.	41,5	0,92	39	1,06	2,5
87	24	Eugynon 21	9 Mon.	39	1,06	38	1,12	1
88	24	Ortho-Novum 1/50	5 Mon.	24,5	2,4	20	3,2	4,5
89	26	Neogynon 21	10 Mon.	42	0,9	40,5	0,97	1,5
90	22	Lyndiol	9 Mon.	41	0,95	40	1	1
91	33	Neogynon 21	4 Mon.	42,5	0,87	40	1	2,5
92	26	Stediril d	2 J.	41,5	0,92	40	1	1,5
93	23	Eugynon 21	1 J.	40,5	0,97	39	1,06	1,5
94	24	Neogynon 21	2 J.	40	1	39	1,06	1
95	18	Orlest	2 J.	40	1	38,5	1,09	1,5
96	25	Lyndiol	3 1/2 J.	42	0,9	41	0,95	1
97	23	Eugynon 21	1 J.	40	1	37	1,18	3
98	22	Anovlar 21	2 J.	41,5	0,92	40	1	1,5
99	23	Etalontin	3 Mon.	42	0,9	40,5	0,97	1,5
100	27	Neogynon 21	5 Mon.	41	0,95	38,5	1,09	2,5

Tabelle 4

Durchschnittswert x	
17 bis 25 Jahre	1,32
26 bis 30 Jahre	1,3
31 bis 35 Jahre	1,58
36 bis 41 Jahre	2,16

Es findet sich in der Gruppe der jüngsten Patientinnen ein Durchschnitt "x" von 1,32, welches sich auch in der Gruppe der 26- bis 30jährigen kaum ändert. Dagegen erhöht sich dieser Wert bei der Gruppe der 31- bis 35jährigen auf 1,58 und bei den ältesten Probandinnen sogar auf 2,16. Es ergibt sich daraus eine zwar geringe, jedoch deutliche Abhängigkeit der Farbsinnstörung vom Alter der Frau. Je älter die Frau ist, desto deutlicher scheint sich die Tendenz zur Rotschwäche nach Einnahme oraler Kontrazeptiva zu entwickeln. Hier käme eine Überprüfung an einem wesentlich größeren Probandinnenkollektiv in Frage.

Vor einiger Zeit wurde von PIWANKE ein Fall von plötzlich auftreten¹ der massiver Farbsinnstörung mit einer starken Tendenz zur Rotschwäche untersucht. Die Ursache führte PIWANKE auf die Einnahme eines hormonalen Kontrazeptivums zurück, das daraufhin sofort abgesetzt werden mußte. Zur Prüfung des Farbsinnes wurden damals nur die Velhagen Tafeln benutzt, so daß uns leider keine Einstellung am Anomaloskop und kein AQ aus dieser Zeit vorliegen.

Bei unseren Untersuchungen ein Jahr nach Absetzen des Ovulationshemmers stellten wir fest, daß sich die Störung des Farbsinnes vollständig zurückgebildet hat. Die Prüfung am Anomaloskop ergab eine Einstellung von 40 mit dem entsprechenden AQ von 1.

Die Zusammenfassung der Tabelle 3 zeigt eine wenn auch geringe, so doch meßbare Tendenz zur Rotschwäche in der Zeit der Einnahme der Ovulationshemmer, die sich in der einnahmefreien Phase normalisierte.

Nun vermittelt die Statistik lediglich die Berechnung einer mehr oder

weniger großen Wahrscheinlichkeit, sagt dagegen nichts für den Einzelfall aus. Gerade dieser Einzelfall ist aber für die praktische Medizin von Bedeutung, da er diagnostiziert und gegebenenfalls behandelt werden muß.

Die Frage liegt nahe, ob Östrogen-Gestagen-Kombinationen die Farbentüchtigung in einer Weise beeinflussen können, daß Frauen, die hormonale Kontrazeptiva benutzen, in den verschiedenen Berufen, die Farbtauglichkeit zur Voraussetzung haben, in ihrer Leistungsfähigkeit beeinträchtigt werden, oder ob sich daraus sogar Konsequenzen für die Erlangung des Führerscheines ergeben.

Der durchschnittliche Wert der Einstellung am Anomaloskop mit Kontrazeptiva beträgt 41,18, ohne diese 39,8. Beide Werte sind statistisch gesehen durchaus als normal anzusehen und liegen im Rahmen der physiologischen Schwankungsbreite. Man kann sie daher klinisch vernachlässigen.

Betrachtet man jedoch den Einzelfall, so ist nicht der Durchschnittswert von Bedeutung, sondern die Beantwortung der Frage, ob im Verlauf der stattgefundenen Untersuchungen Maximalwerte festgestellt wurden, die für die Betroffenen als gefährlich oder der Kontrolle wert befunden wurden.

Der Maximalwert von x (Einstellungsdifferenz mit/ohne Ovulationshemmer) beträgt 6 Intervalle. Da die normale Schwankungsbreite 12 Intervalle umfaßt, also das Doppelte, kann man sagen, daß auch dieser Maximalwert klinisch belanglos ist.

Daraus ergibt sich, daß die Leistungsfähigkeit von Frauen, die in einem Beruf tätig sind, der Farbtauglichkeit verlangt, durch orale Kontrazeptiva nicht negativ beeinflusst wird. Dies gilt auch für Tätigkeiten im Laborbereich, wo geringe Störungen der Rot-Grün-Empfindung Fehler verursachen können.

Auch für die Erlangung des Führerscheines der Klassen 2 und 3 (ohne Auflagen) ergeben sich keine Konsequenzen durch die nur geringen Farbsinnstörungen nach Einnahme der "Pille".

Sollte jedoch, wie in einem Fall beobachtet, die Störung des Farbempfindens bei Einnahme von Östrogen-Gestagen-Kombinationen ein stär-

keres Ausmaß annehmen und sogar subjektiv empfunden werden, so muß unbedingt eine augenärztliche Kontrolle erfolgen. Ergibt diese Untersuchung keine anderen Ursachen für eine Farbsinnstörung, z.B. eine beginnende retrobulbäre Neuritis oder eine zentrale seröse Retinopathie, so sollte das Präparat dann abgesetzt werden, wenn der Beruf ein normales Farbensehen erfordert.

IX. ZUSAMMENFASSUNG

Die hormonalen Kontrazeptiva nehmen bei der Empfängnisverhütung einen immer breiteren Raum ein.

Nach einer Umfrage im Mai 1970 bevorzugten 16 % aller Frauen zwischen 15 und 45 Jahren in der Bundesrepublik Deutschland diese Methode.

Es handelt sich bei den hormonalen Ovulationshemmern um eine Kombination von Östrogen- und Gestagenderivaten, die in ihrer Qualität und Quantität unterschiedlich sind. Sie haben 5 verschiedene Wirkungsmechanismen, deren wichtigste die temporäre Verhinderung des Eisprunges ist. Durch ihre Zusammensetzung rufen die Kontrazeptiva einen ähnlichen Zustand wie zu Beginn einer Schwangerschaft hervor.

Die Nebenwirkungen der "Pille" sind vielgestaltig. Auch in der Ophthalmologie sind in letzter Zeit verschiedene Beobachtungen gemacht worden. Ob diese Art der Empfängnisverhütung auch die Farbermpfindung augengesunder Frauen beeinflussen kann, ist erstmals von O. NEUBAUER aus Wien an 39 Patientinnen untersucht worden, der davon ausging, daß in der Gravidität besonders im letzten Monat Farbsinnschwäche vorkommen kann. O. NEUBAUER beobachtete ein vermehrtes Auftreten einer Rotschwäche, weshalb in der vorliegenden Arbeit dieser Nebenwirkung oraler Kontrazeptiva genauer nachgegangen werden sollte.

Es wurden 100 Frauen im Alter von 17 bis 41 Jahren in der Zeit der Einnahme der Kontrazeptiva und in der einnahmefreien Zeit je einmal am Anomaloskop nach NAGEL auf ihre Farbtüchtigkeit hin untersucht, wobei jede Einstellung zweimal erfolgte und sich daraus der jeweilige Mittelwert ergab.

Auf diese Weise wurden 200 Ergebnisse errechnet. Es stellte sich heraus, daß tatsächlich in der Zeit der Einnahme des Kontrazeptivums eine Tendenz zur Rotschwäche gegenüber der einnahmefreien Zeit auftrat.

Statistische Berechnungen ergaben, daß dieses Ergebnis nicht zufällig ist. Diese Aussage ist signifikant. Der Durchschnittswert der Einstellung am Anomaloskop betrug in der Zeit der Einnahme 41,18, in der einnahmefreien Zeit 39,8.

Die maximalen Einzeldifferenzen lagen aber dennoch im Bereich der physiologischen Streubreite. Danach ist anzunehmen, daß die Farbtüchtigkeit augengesunder Frauen durch hormonale Ovulationshemmer nicht in klinisch oder beruflich zu beachtendem Maße verändert wird.

- GRAMBERG-DANIELSEN, B.: Sehen und Verkehr.
Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - Göttingen - New York 1967
- ders.: Augenarzt und Straßenverkehr.
Bücherreihe des Augenarztes
Ferdinand Enke-Verlag Stuttgart,
1964
- ders.: Optische Funktionsleistungen im Verkehr, in: K. Velhagen:
Der Augenarzt, Bd. 6, Edition Leipzig, Verlag für Wissenschaft und Kunst, 1964
- HABERLANDT, L.: zit. nach PSCHYREMBEL
- HALLER, J.: zit. nach PSCHYREMBEL
- HARTUNG, F.: Über die familiären Fälle der Tritanomalie.
Klin. Mbl. Augenhkd. 76, 229, 1926
- HEINEN, G.: Die differenzierte Anwendung von Kombinations- und Sequentialpräparaten in der hormonalen Ovulationshemmung.
Der Praktische Arzt, 12, 1970
- HEINSIUS, E.: Farbsinnstörungen, Zeitschr.
"Diagnostik" Heft 11, 446, 1971
- ders.: Über die verschiedenen Formen der Trichromasie, sowie über die Grenze zwischen Farbentüchtigkeit und Farbenuntüchtigkeit.
Klin. Mbl. Augenhkd. 135, 95, 1959
- HÖPPING, W.,
WESSING, A.: Neuritis n. optici beiderseits und Verschluß der Arteriola macularis bei einer 24jährigen Frau.
Klin. Mbl. Augenhkd. 154, 847, 1969

- HOLLWICH, F.: "Auge und Pille"
Klin. Mbl. Augenhkd. 154, 829, 1969
- HOLLWICH, F.,
JÜNEMANN, G.,
VERBECK, B.: Über Nebenwirkungen der Ovulations-
hemmer am Netzhautvenensystem und
am Sehnerven.
Klin. Mbl. Augenhkd. 154, 830, 1969
- IMRE, J. v.: Zusammenhänge zwischen Funktion
der Geschlechtsdrüsen und Augen-
krankheiten.
Orvoskép. 26, 387, 1936
ref. Zbl. Ophth. 37, 425, 1937
- ders.: Zusammenhänge zwischen Geschlechts-
drüsen und Augenkrankheiten
Klin. Mbl. Augenhkd. 98, 682, 1937
- JAENSCH, P.A.: Die Untersuchung am Anomaloskop.
Der ärztliche Dienst bei der dtsh.
Bundesbahn, Heft 2, 1954
- ders.: Berufswahl und Auge. Beihefte der
Klin. Mbl. Augenhkd. 30, 1958,
Ferdinand Enke-Verlag Stuttgart
- KEIDEL, W.D.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physio-
logie
Georg Thieme-Verlag, 1970
- KREIGER, A.: Visual loss associated with oral
contraceptives
Am. J. Ophth. 69, 874, 1970
- KRIES, J. v.: zit. nach SCHÖBER
- KUSCHINSKY, G.,
LÜLLMANN, H.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Pharmako-
logie
Georg-Thieme-Verlag Stuttgart, 1972
- LAURITZEN, Ch.: Die oralen Kontrazeptiva.
Monatskurse für die ärztliche Fort-
bildung, Sonderdruck Nov. 1970

- LEYDHECKER, W.,
ENGELKING, E.: Grundriß der Augenheilkunde.
Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg -
New York 1972
- LIEBERMAN, Th. W.: Ocular effects of prolonged systemic
drug administration
Corticosteroids, Chloramphenicol and
Anovulatory Agents.
Dis. nerv. syst. 29, 3, 44, 1968
- MASSENBACH, W. v.: zit. nach PSCHYREMBEL
- MONJÉ, M.: Der Lichtsinn.
Physiologie des Auges, in:
K. Velhagen: Der Augenarzt, Bd. 1
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, 1958
- MONJÉ, SCHMIDT, SCHÜTZ: Der Gesichtssinn.
Lehrbuch der Physiologie von Trende-
lenburg.
Springer-Verlag, Berlin - Göttingen -
Heidelberg, 1961
- NAGEL, W. A.: Zwei Apparate für die augenärztliche
Funktionsprüfung, Adaptometer und
kleines Spektralphotometer (Anomalo-
skop).
Zeitschr. f. Augenhkd. Bd. XVII f. 3.
- ders.: Methodik zur Erforschung des Licht-
und Farbensinnes. Handbuch der phy-
siologischen Methodik. Robert Tiger-
stedt. Bd. III, 2. Abt.
- NEUBAUER, H.: Netzhautdurchblutungsstörungen unter
Ovulationshemmern.
Klin. Mbl. Augenhkh. 154, 838, 1969
- NEUBAUER, O.: Farbsinnstörungen bei längerer Ver-
wendung von Ovulationshemmern.
Klin. Mbl. Augenhkd. 162, 803, 1973
- PAULIKOVICZ, F.: zit. nach PSCHYREMBEL

- TIBURTIUS, H.: Untersuchungen über den Einfluß von Kontrazeptiva auf das Gesichtsfeld, die Dunkeladaptation und den intra-okularen Druck.
Klin. Mbl. Augenhkd. 163, 215, 1973
- TIBURTIUS, K.: Inaugural. Diss. FU Berlin 1971
- TRENDELENBURG und SCHMIDT: Untersuchungen über Vererbung angeborener Fehlsichtigkeit.
Sitzungsbericht der Preuß. Akademie d. Wiss. Physik. Math. Kl. 1935, S. 13/81, darin S. 17/57
- TRENDELENBURG, W.: Über die für das Anomaloskop geeignete Lichtqualität sowie über die Frage der Übergangsfälle zwischen Norm und Protanomalie.
Klin. Mbl. Augenhkd. 102, 769, 1939
- ders.: Ein einfaches Verfahren zur Feststellung der Formen von Farbenfehlsichtigkeit und seine Anwendung zu praktischen und wissenschaftlichen Zwecken.
Abh. d. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1939. Math. Naturwissenschaften Kl. Nr. 20
- ders.: Verfahren zur Feststellung der Formen von abweichendem Farbsinn mittels Farbflecken.
Klin. Mbl. Augenhkd. 104, 437, 1940
- ders.: Zur Diagnostik des abnormen Farbensinnes.
Klin. Mbl. Augenhkd. Bd. 83, 1929
- VIERLING: Über spektrale Wertbestimmung der Farben durch Schwellenmessung mit dem modifizierten Anomaloskop.
Ztschr. f. Bahnärzte 1928, Nr. 9, S. 261
- WALSH, F.B.,
CLARK, D.B.,
THOMPSON, R.S.,
NICHOLSON, D.J.: Oral contraceptives and neuroophthalmologic interest
Arch. Ophth. 75, 628, 1965

Herrn Prof. Dr. med. H. Tiburtius möchte ich für den Vorschlag zu diesem Thema und für viele Ratschläge und Anregungen bei der Durchführung dieser Arbeit sehr herzlich danken.

Besonderen Dank schulde ich auch den 100 weiblichen Mitarbeitern des Klinikum Steglitz, die mir für die Ausführung meiner Messungen zur Verfügung standen.

LEBENS LAUF

Carola Stenzel, geboren am 13. 4. 1950 in Berlin, als Tochter des Hochschulprofessors Hans Stenzel und seiner Ehefrau Hildburg, geb. Kleemann.

1956 - 1962	Besuch der Michael-Grzimek-Schule in Berlin-Wilmersdorf
1962 - 1969	Besuch der Hildegard-Wegscheider-Oberschule in Berlin-Grunewald
3. 2. 1969	Ablegung der Reifeprüfung daselbst
1969	Aufnahme des Studiums der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin
1971	Physikum daselbst
1971/1972	Studium der Humanbiologie mit Hauptfach Biochemie unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Karlson an der Philipps-Universität Marburg
1972	Weiterführung des Studiums der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin
1973	Fortsetzung des Studiums in München
1975	Staatsexamen daselbst

B. Ladewig - Dissertationsdruck - 1 Berlin 12 - Pestalozzistraße 106
Tel.: 3128885 - 3138198